# Blutcalcium und Sterilität beim weiblichen Rind

Rudolf Schneidawind

1962

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548014_0069

Aus dem Institut für Tierzucht und Erbpathologie
der Freien Universität Berlin.
(Damaliger Direktor Professor Dr. Walter Koch)

# BLUTCALCIUM UND STERILITÄT BEIM WEIBLICHEN RIND

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors
der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt
von
Rudolf Schneidawind
Tierarzt aus Apfeldorf/Lech

Berlin 1962
Journal-Nr. 359

Gedruckt mit Genehmigung der
Veterinärmedizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. L. Felix Müller
Referent: Prof. Dr. K. Bronsch
Correferent: Prof. Dr. H. -J. Heidrich

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Tag der Promotion: 23. II. 1962

Druck: Steinbauer u. Rau, München 2

Hiermit erlaube ich mir, meinem sehr verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Walter Koch meinen ergebensten und herzlichen Dank für die Überlassung des Themas, seine Ratschläge im Verlaufe der Arbeit und seine stete Unterstützung und Hilfsbereitschaft auszusprechen.

Herrn Dr. Konrad Lörcher bin ich für die entgegenkommende Anleitung und Beratung bei der Durchführung der statistischen Berechnungen zu Dank verbunden.

# INHALTSANGABE


Seite

A. Einleitung . . . . . 1

B. Literatur . . . . . 2

I. CALCIUM . . . . . 2

1. Calcium, physiologische Bedeutung, Vorkommen im Körper . . . . . 2

2. Calciumstoffwechsel . . . . . 2

II. BLUTCALCIUM . . . . . 3

1. Das Blutcalcium und seine Fraktionen . . . . . 3

2. Regulierung des Blutcalciums . . . . . 4

3. Normale Blutcalciumwerte und diagnostische Bedeutung beim Menschen . . . . . 5

4. Bestimmungsmethoden des Blutcalciumspiegels . . . . . 6

III. BLUTCALCIUM BEIM RIND . . . . . 6

IV. BLUTCALCIUM IM ZUSAMMENHANG MIT KRANKHEITEN BEIM MENSCHEN . . . . . 8

V. BLUTCALCIUM IM ZUSAMMENHANG MIT KRANKHEITEN BEIM TIER . . . . . 9

VI. VERÄNDERUNGEN DES BLUTCALCIUMSPIEGELS ALS SYMPTOM VON FRUCHTBARKEITSSTÖRUNGEN BEIM RIND 12

VII. THERAPEUTISCHE BEEINFLUSSUNG DES BLUTCALCIUM-SPIEGELS . . . . . 14

Seite

C. Versuchstiere und Methodik . . . . . 17

1. Untersuchungsgebiet . . . . . 17

2. Methodik der Bodenuntersuchungen . . . . . 18

3. Anzahl der Tiere, Rassenzusammensetzung, Untersuchungszeit . . . . . 18

4. Tierärztliche klinische Untersuchungen . . . . . 19

5. Blutentnahme . . . . . 21

6. Methodik der Blutuntersuchung . . . . . 21

7. Statistische Auswertung . . . . . 22

D. Eigene Untersuchungen . . . . . 23

1. Serumcalciumwerte der 307 untersuchten Tiere . . . . . 23

2. Ernährungszustand, Alter und Blutcalciumspiegel . . . . . 26

3. Milchleistung und Blutcalciumspiegel . . . . . 26

4. Sterilität und Blutcalciumspiegel . . . . . 28

5. Behandlungsversuche . . . . . 29

E. Diskussion . . . . . 32

F. Zusammenfassung . . . . . 34

G. Literaturverzeichnis . . . . . 35

Anhang: Tabellen über die Versuchstiere

## A. Einleitung

Zusammenhänge zwischen Mineralstoffwechsel und Sterilität des weiblichen Rindes sind wiederholt gefunden, oft vermutet worden. In einer Arbeitsgruppe unseres Instituts wurde die Frage behandelt, ob konstitutionelle Unterschiede im Calciumstoffwechsel in Zusammenhang mit der Sterilität zu bringen sind. Im Rahmen dieser Untersuchungen habe ich auf Anregung von Herrn Professor Dr. Walter Koch unter Verhältnissen der tierärztlichen Praxis das Verhalten des Blutcalciumspiegels bei sterilen weiblichen Rindern geprüft.

## B. Literatur

### I. CALCIUM

#### Calcium, physiologische Bedeutung, Vorkommen im Körper

In der folgenden Darstellung schließe ich mich den Angaben PARADES (42) und MARTINS (39) an.

Das Calcium bildet zusammen mit dem Phosphor den Hauptbestandteil des Skeletts. Neben dieser Aufgabe als Baustoff kommen dem Calcium noch zahlreiche Funktionen im Körper zu. Es beeinflußt - im Synergismus bzw. Antagonismus mit anderen Ionen - die Permeabilität der Membranen und wirkt dadurch spezifisch auf jedes Gewebe. Erinnert sei hier an die Wirkung auf das Nervensystem. Unentbehrlich ist es auch für den Vorgang der Blutgerinnung.

99% der Gesamtmenge des Calciums befindet sich im Skelett. Es ist in Knochen teils in einer stabilen, kristallinen Form als Apatit, teils in einer löslichen Form als Karbonat oder Zitrat enthalten. An der Oberfläche der Apatitkristalle sind weitere Calcium-Ionen angelagert. Dieses absorbierte Calcium dürfte ungefähr 10% des Skelettcalciums ausmachen. Das absorbierte Calcium ist leicht beweglich und kann jederzeit an das Serum abgegeben bzw. aus dem Serum wieder aufgenommen werden. 1% des Calciums befindet sich im Blutserum und in den Gewebsflüssigkeiten (39).

#### Calciumstoffwechsel

Das Calcium wird vom Organismus mit der Nahrung und dem Trinkwasser aufgenommen. Es liegt in der Nahrung als Phosphat, Karbonat, Chlorid, als Salz verschiedener organischer Säuren oder adsorbiert an Eiweißkörper vor. Aus diesen Verbindungen wird es durch die Magensalzsäure in Ionenform übergeführt und kann so im Dünndarm resorbiert werden. Die Resorption wird begünstigt durch alle Faktoren, die zur möglichst langen Aufrechterhaltung einer sauren Reaktion im Dünndarm beitragen. Eiweißreiche Nahrung erhöht die Calciumausnutzung, Gallensäuremangel erschwert die Calciumresorption. Durch Oxalsäure und Phytin wird die Calciumausnutzung herabgesetzt. Abhängig ist die Calciumresorption außerdem von der Versorgung des Körpers mit Vitamin D, dem Vorhandensein des Nebenschilddrüsenhormons und der Glucocorticoide (42). Der Calciumphosphorquotient der Nahrung spielt bei der Resorption des Calciums

ebenfalls eine große Rolle. Calcium und Phosphor müssen, um optimal resorbiert werden zu können, in einem Verhältnis 1-2 : 1 über die Nahrung zugeführt werden. Vermehrte Phosphatzufuhr soll die Resorption von Calcium verschlechtern (28). Ausgeschieden wird das Calcium vorwiegend durch den Darm und zwar hauptsächlich im unteren Drittel des Dünndarms, wobei sich ein Teil in den Verdauungssäften befindet. Auch durch die Nieren wird Calcium ausgeschieden, obwohl diese Organe auch als Rückresorptionsorgane fungieren. Die Reaktion des Harnes ist u.a. abhängig von der Calciumausscheidung. Bei Carnivoren kann die Ausscheidung durch die Nieren bis zu 25% der Gesamtausscheidung von Calcium betragen (42).

## II. BLUTCALCIUM

### Das Blutcalcium und seine Fraktionen

1% des Calciums im Körper befindet sich, wie schon erwähnt, im Blut und in den Gewebsflüssigkeiten. Man spricht vom Gesamtcalcium und meint damit die bei der üblichen Untersuchung des Serums festgestellte Menge des Calciums im Blut. Es existiert bis jetzt noch keine für die Klinik brauchbare Methode, welche es erlaubt, das Gesamtcalcium in seine zwei wichtigsten Komponenten aufzuteilen, nämlich das an das Serumalbumin gebundene Calcium (Calciumproteinat) und das nicht eiweißgebundene ionisierte Calcium. Es wird außerdem noch eine dritte, intermediäre Calciumfraktion des Blutes angenommen: ein Calciumkomplexsalz. Etwas mehr als 50% des Gesamtcalciums sind als ionisiertes Calcium im Blut vorhanden. Die andere Hälfte ist organisches, eiweißgebundenes Calcium. Als Vehikel dienen die Serumalbumine. In den Flüssigkeiten außerhalb des Blutes ist das Calcium fast zu 100% ionisiert. Im Organismus besteht die Tendenz diese Calciumverhältnisse des Blutes und der Gewebe im Bereich des Normalen konstant zu halten. Dementsprechend soll insbesondere das ionisierte Calcium weder unter die Norm fallen, noch über die Norm steigen. Änderungen der Acidität des Blutes bzw. des Säurebasengleichgewichts ziehen Verschiebungen der Blutcalcium-Ionisation nach sich (42, 39).

Inmitten des Dreiecksverhältnisses: Intestinalorgan, Skelettsystem und Nieren steht als wichtiger Transportweg das Blut, dessen Calciumgehalt von dem Funktionszustand der drei genannten Systeme abhängig ist. Für die Beurteilung des Funktionszustandes des Calciumstoffwechsels ist die Untersuchung des

Calciumgehaltes des Blutes von entscheidender Bedeutung und gibt dem diagnostizierenden Arzt in der Regel wichtige Hinweise auf etwaige Störungen im Stoffwechsel dieses Minerals. Bei der Aufrechterhaltung der Isoionie und Isohydrie des Blutes spielt das Calcium eine wichtige Rolle und die Feststellung des Blutcalciumgehaltes ist dabei von großer Wichtigkeit. Zwischen Blut und Gewebsflüssigkeiten besteht ein reger Austausch, deshalb wird man in der Regel von den Blutwerten Rückschlüsse auf die Liquor- bzw. Gewebswerte ziehen können. Diese Werte sind wahrscheinlich von unmittelbarer Bedeutung für die neuromuskuläre Erregbarkeit (42).

Regulierung des Blutcalciums

Die Nebenschilddrüsen stehen als empfindliches Fühlorgan im Zentrum des korrelativen Geschehens. Sie beantworten, sofern sie funktionstüchtig, d.h. optimal anpassungsfähig sind, jeden Abfall des ionisierten Calciums im Blut mit Steigerung ihrer Funktion und jeden Anstieg mit Bremsung ihrer Tätigkeit. Es ist im allgemeinen bekannt, daß der Verlust der Epithelkörperchen zu einem Abfall des Calciumspiegels im Blut und zu einer mitunter tödlich verlaufenden Tetanie führt. Der Körper wird also ständig bemüht sein, den Calciumspiegel im Serum auf gleichbleibender Höhe zu halten. In die Regulation spielen noch eine Anzahl weiterer, äußerst wichtiger Faktoren hinein. Zunächst ist die Verknüpfung des Verlaufes der Bewegungen des Calciums im Blut und in den Organen mit den Phosphaten zu nennen. Calcium und Phosphor sind im Knochensystem in Form des Hydroxylapatits chemisch eng miteinander verbunden. Die Veränderungen des einen ziehen Veränderungen des anderen nach sich. Störungen des Calciumstoffwechsels sind ohne gleichzeitige Phosphatverschiebung kaum denkbar. Im strömenden Blut spiegelt die Calciumphosphatmenge die Verhältnisse in den drei großen Organsystemen (Darm, Niere, Knochen) wider. Die Beziehungen der Faktoren zueinander, die insbesondere in der Höhe des Blutspiegels zum Ausdruck kommen, werden weitgehend reguliert und beherrscht von der hormonalen Funktion der Nebenschilddrüsen. Die wichtigste Rolle bei der Regulierung des Blutcalciumspiegels spielen die Beziehungen zum Skelett, aber auch der Einfluß auf die Ausscheidungsfunktion der Niere für Calcium und Phosphor sind von erheblicher Bedeutung. Die Äquilibrierung des Blutcalciumgehaltes durch das Nebenschilddrüsenhormon erfolgt nach Inanspruchnahme des Calciumausgleichs im Blut auf dem Wege über das Skelettsystem durch Steigerung der Osteoklastenfunktion. Das Ferment, das bei gesteigertem Knochenanbau und -abbau wirksam

in Aktion tritt und dessen Aktivität in dieser Situation ansteigt, ist die alkalische Phosphatase. Antagonisten für das Nebenschilddrüseninkret sind die Sexualhormone, das Schilddrüsenhormon und das somatotrope Hormon, welche die Osteoklastentätigkeit fördern, während die Glucocorticosteroide (z.B. Cortison) die Osteoklastentätigkeit hemmen. Das Skelett ist das große Reservoir aus dem der Calciumbedarf im Organismus gedeckt und in das aber auch Calcium bei großem Angebot eingelagert wird. Es gibt bis heute keine sicheren Beweise dafür, daß die regulative Funktion der Nebenschilddrüse wie bei den anderen endokrinen Drüsen durch ein übergeordnetes endokrines Organ wie die Hypophyse gesteuert wird. Es scheint, daß die Epithelkörperchen in dem von ihnen regulierten Calciumphosphatstoffwechsel verhältnismäßig unabhängig sind. Durch welchen Mechanismus letztlich die Epithelkörperchen reguliert werden, kann man heute noch nicht endgültig beantworten. Sie sprechen sowohl auf die Calcium- und Phosphatverhältnisse, als auch auf die Aciditätsbewegungen des Blutes und der Gewebsflüssigkeiten an (42).

Normale Blutcalciumwerte und diagnostische Bedeutung beim Menschen

Zwischen den einzelnen Autoren, die Werte über den normalen Blutcalciumspiegel veröffentlicht haben, ergeben sich keine wesentlichen Differenzen. PARADE (42) fand beim erwachsenen Menschen einen Blutcalciumgehalt, der zwischen 9 und 11 mg% schwankt. Nach den Untersuchungen von GAMBLE (16) beträgt der Mittelwert 10 mg% Calcium. JEANNERT, ROSENMUND, ESSELIER (30) fanden einen Mittelwert, der ebenfalls bei 10 mg% Calcium liegt. Der Schwankungsbereich reicht von 9,5-10.5 mg% Calcium. PETERS (43) hat einen Mittelwert von 10.6 mg% Calcium festgestellt mit einem Schwankungsbereich von $\pm$0.6 mg% Calcium. PRADER (44) gibt einen Mittelwert bei Erwachsenen von 10 mg% Calcium an, bei Neugeborenen von 10.5 mg% Calcium.

Dem Blutcalciumspiegel wird in der Humanmedizin eine große diagnostische Bedeutung zuerkannt. Wenn der Gesamtcalciumgehalt des Blutes unter den Wert von 9 mg% absinkt, besteht u.a. die Gefahr des Ausbruchs reaktiver Entladungen, die man als Tetanie bezeichnet. Man steht der Bestimmung des Gesamtcalciums nur deshalb noch zurückhaltend gegenüber, weil mit der Bestimmungsmethode nur der Gesamtcalciumgehalt des Blutes erfaßt werden kann. Die Ausdifferenzierung des Gesamtcalciums in Calciumproteinat und ionisiertes Calcium, die bei gleichzeitiger Bestimmung des Serumproteins aufgrund der Schätzung einer

von Mc LEAN und HASTINGS angegebenen Formel vorgenommen werden kann, ist praktisch nicht mit Sicherheit vertretbar, weil man nicht weiß, ob sich die Calciumfraktionen im besonderen Falle nicht anders verhalten (zit. bei 42).

Bestimmungsmethoden des Blutcalciumspiegels

Es gibt verschiedene Calciumbestimmungsmethoden. Die von CLARK und COLLIP (8) angegebene besteht im Prinzip darin, daß das Calcium aus dem Serum als Oxalat gefällt, die Oxalsäure dann durch Schwefelsäure ausgetrieben und mit Permanganat titriert wird. STÜRMER hat die Originalmethode zur Wasserhärtebestimmung nach SCHWARZENBACH modifiziert (zit. bei 42). Als beste Methode stellt sich heute die der Flammenphotometrie dar. Eine weitere mögliche Bestimmung von Calcium, die wegen ihrer Einfachheit auch in der ärztlichen Praxis leicht durchführbar ist, kann nach SULKOWITSCH erfolgen. Die Methode beruht darauf, daß bei einem normalen Serumcalciumspiegel nur eine sehr geringe Calciumausscheidung durch den Urin stattfindet. Sinkt der Blutcalciumspiegel beim Menschen unter 9 mg%, so wird der Urin praktisch calciumfrei; steigt dagegen das Serumcalcium auf Werte über 11 mg%, so ist eine Hypercalcurie die Folge. Mit dem Sulkowitsch-Reagenz kann somit eine Hyper- bzw. Hypocalcämie qualitativ festgestellt werden (42). Für wissenschaftliche Aussagen ist dieses Verfahren allerdings nicht leistungsfähig genug.

## III. BLUTCALCIUM BEIM RIND

Beim Rind ist die Schwankungsbreite des Serumcalciums wesentlich größer als beim Menschen.

Im Rinderserum fand SJOLLEMA (50) einen Mittelwert von 10 mg%.

GREAVES (18) stellte bei vierzig einjährigen Bullen 12-13 mg% Calcium als Normwerte fest.

Bei BORISSENKO (6) liegen die normalen Blutcalciumkonzentrationen zwischen 10.5-11.5 mg%. Der Autor gibt an, daß der Blutcalciumspiegel innerhalb eines Tages schwankt und daß dabei eine gewisse Regelmäßigkeit der Schwankungen auftritt. Bei verschiedenen Rinderrassen konnte der Autor keine Unterschiede im Blutcalciumwert finden.

Als Mittelwert fanden ZORN, KRÜGER und LACHMANN (58) bei 3000 Rindern 14 mg% Calcium. Nach ihren Angaben bestimmen mit überwiegender Mehrheit

Außeneinflüsse die Höhe des Calciumgehaltes im Blutserum. Ein Futterwechsel von der Stallfütterung im Winter zum Weidegang beeinflußt die Blutwerte in der Regel 6-8 Wochen lang und bewirkt binnen 24 Stunden ein kurzes, steiles Ansteigen, dann ein umso tieferes Sinken der Calciumwerte. MANGOLD (38) gibt den normalen Blutcalciumgehalt mit 7.7-10.4 mg% an.

Nach NORMANN (40) wird bei männlichen Tieren der Blutcalciumspiegel durch die männlichen Hormone erniedrigt.

Demgegenüber fand HIPPMANN (24) den Calciumspiegel bei männlichen Tieren erhöht.

Für Kühe und Kälber fand ABDERHALDEN (1) als Durchschnittswert 10-11 mg% Calcium. Der Autor fand zwischen männlichen und weiblichen Rindern keine Unterschiede. Als Mittelwert geben HÜTTEN und UHLENBRUCH (26) 9.8 mg% an. Während der Rübenblattfütterung stieg nach ihren Untersuchungen der Blutcalciumspiegel auf 17.1 mg% an.

GRÄFE (17) untersuchte den Calciumspiegel des Blutserums mit besonderer Berücksichtigung der Fütterung, von Einflüssen physischer Art und der Zeit. Er stellte fest, daß eine Rücksichtnahme auf diese Faktoren nicht erforderlich ist, da das chemisch-physikalische Blutbild selbst in den Nachtstunden, während im Stall absolute Ruhe herrscht, Schwankungen unterworfen ist. Der von ihm angegebene Mittelwert des Blutcalciums beträgt 10.7 mg%.

Bei besonderen physiologischen Zuständen ergibt die Blutcalciumbestimmung nach FREI und DEMMEL (15) andere Werte. Beide Autoren geben ein Sinken des Serumcalciumspiegels bei zunehmendem Alter an. Sie berichten über jahreszeitliche Schwankungen, wobei nach ihren Untersuchungen der Blutcalciumspiegel bei trächtigen Rindern im Sommer während des Weidegangs um 0.5 mg% höher liegt, als im Winter während der Stallhaltung.

Nach den Untersuchungsergebnissen von IVANY und RODECOURT (29) zeigt sich ein Abfall des Calciumspiegels bei fortschreitender Schwangerschaft. Nach CHRISTMANN (9) und WIDDOWS (55) kann von einem regelmäßigen Verlauf der Calciumschwankungen mit zunehmender Schwangerschaft wiederum nicht die Rede sein.

EMMERSON (13) stellte bei Rindern mit kleinzystischer Degeneration der Ovarien, einhergehend mit Nymphomanie und Dauerbrunst, einen erhöhten Calciumspiegel fest. Weitere Mittelwerte bei der Blutcalciumbestimmung des Rindes fanden:

ROBINSON (47) und HUFFMANN (27) mit 14.7 mg%, ANDERSON (2) mit 12.0 mg%, HART (22) mit 16.6 mg% und BLATHERWIEK (5) mit 12.1 mg%.

Im Weidegebiet des württembergischen Allgäu fand ROTH (48) bei 118 gesunden Rindern einen Blutcalciumspiegel von durchschnittlich 10.21 mg%. Während der Weidezeit ist der Blutcalciumspiegel um durchschnittlich 0.4 mg% höher als vor dem Austrieb. Bei hoher Milchleistung ist der Blutcalciumspiegel dabei häufig erniedrigt. Fütterung und Bodenverhältnisse sind auf den Calciumgehalt des Blutes ohne Einfluß. Die Neigung zur Sterilität verbunden mit Hypocalcämie, erscheint nach seinen Untersuchungen vorwiegend konstitutionell bedingt.

Die Blutcalciumwerte, welche die angegebenen Autoren beim Rinde fanden, sind somit sehr unterschiedlich. Es ist mir nicht gelungen herauszufinden, wieso einige Autoren zu ungewöhnlich hohen Werten gekommen sind. Vielleicht sind methodische Unvollkommheiten hierfür verantwortlich. Offenbar gibt es aber beim Rind eine größere Schwankungsbreite im Bereich des Normalen als beim Menschen. Die Gründe dafür sind noch unbekannt. Möglicherweise sind sie bestimmt durch die verschiedene Ernährung, verschiedene Milchleistung und durch die konstitutionellen Eigenschaften. Auch kann die Zahl der untersuchten Tiere von Bedeutung sein.

## IV. BLUTCALCIUM IM ZUSAMMENHANG MIT KRANKHEITEN BEIM MENSCHEN

Beim Menschen kommen Störungen des Blutcalciumstoffwechsels durch primären Hyperparathyreoidismus vor. Diese Störungen treten ein, wenn die Nebenschilddrüse durch einen Tumor verändert wird. Die Nebenschilddrüse steigert dadurch ihre Hormonausschüttung. Der Calciumspiegel im Blut steigt in der Regel weit über 11 mg% an und kann Werte bis zu 20 mg% und mehr erreichen, als Folge einer Osteoklasie des Skeletts. Durch eine solche dauernde Hypercalcämie werden die Harnwege mit Calciumsalzen überflutet, was sich bei längerer Dauer schädigend auswirken kann. Verbunden mit dieser Krankheit ist eine erhebliche Allgemeinstörung des Körpers, die auf Hypotonie der quergestreiften und glatten Muskulatur beruhen dürfte. Diese Krankheit wird als Morbus RECKLINGHAUSEN (42, 3) bezeichnet.

Eine weitere Störung mit fast denselben Krankheitserscheinungen ist der sekundäre Hyperparathyreoidismus. Bei Erkrankungen der Niere wird die Calcium- und Phosphatausscheidung in Mitleidenschaft gezogen, welche im Gefolge einer länger dauernden Funktionsstörung die Epithelkörperchen zur Reaktion zwingt

und somit die Knochenbildung direkt schädigen kann. Rückwirkungen auf die Nebenschilddrüsenfunktion sind zu erwarten bei Insuffizienz der Glomerulusfunktion und der Tubulusfunktion. Es tritt dabei konsekutiv eine Hypercalcämie ein (42).

Weitere Störungen des Calciumstoffwechsels treten bei dem von FANCONI (14) beschriebenen Phosphatdiabetes auf. Es handelt sich um eine Krankheit vom Typ der Osteomalazie, die auf einer Störung der Rückresorption der Phosphate in der Niere beruht. Soweit bekannt, liegt eine primäre Nebenschilddrüsenstörung nicht vor.
Da es bei Kindern eine Überempfindlichkeit gegenüber Vitamin D gibt, wird bei erhöhter Vitamin-D-Zufuhr manchmal Hypercalcämie gefunden (41).

Ferner findet man bei der Sarkoidosis eine Erhöhung des Blutcalciumspiegels, was auf eine vermehrte Calciumresorption im Darm zurückgeführt wird. Ebenso kann durch jahrelanges Milchtrinken und alkalische Kost Hypercalcämie hervorgerufen werden. Es führt dies zu dem sog. Milchtrinkersyndrom (44).

Das hauptsächlichste Symptom der Hypocalcämie ist eine Erregbarkeitssteigerung der Nerven. Ist der Blutcalciumspiegel bis auf 6 mg% herabgesetzt, kommt es zu Tetanien. Tetanische Krampfanfälle sind auch bei normalen Blutcalciumwerten möglich, so daß eine erniedrigte Erregbarkeitsschwelle nicht allein von der Höhe des Blutcalciums bestimmt wird. Länger andauernde Hypocalcämie kann im Laufe der Zeit, individuell verschieden, zur Entwicklung trophischer Störungen führen, die hauptsächlich exodermale Organe betreffen. So beobachtete man Ekzeme, Irridationen in der Bildung der Nagelmatrix, Haarausfall, hypocalcämische Zahnveränderungen und Störungen durch Calciumeinlagerungen in den Augenlinsen (Tetaniestar). Besondere Belastungsmomente bei latent bestehender Nebenschilddrüseninsuffizienz sind Gravidität, Laktation, Gastroenteritiden mit Durchfällen, die Zeiten der Sonnenarmut, wie der Spätwinter mit dem Mangel der Vitamin D-Bildung der Haut, seelische und körperliche Belastungen besonders akuter Art, z.B. Wetterwechsel, Zyklusstadien, insbesondere im Prämenstruum (42).

## V. BLUTCALCIUM IM ZUSAMMENHANG MIT KRANKHEITEN BEIM TIER

Die Krankheitserscheinungen, die bei Calciumstoffwechselstörungen mit Abweichungen des Blutcalciumspiegels vom Normalen auftreten, werden in der Veterinärmedizin analog der Humanmedizin bezeichnet (45). Krankheitserscheinungen mit Herabminderung des Blutcalciumspiegels sind bei Mensch und Tier ähnlich.

Für Hypocalcämie kommen im allgemeinen folgende Gründe in Betracht: Insuffizienz der Nebenschilddrüse, z.B. nach fieberhaften Erkrankungen, Maul- und Klauenseuche, Trauma, Alterung, regulatorische Ausfälle infolge Mangels an Vitamin D, ungünstiges Angebot an Calcium bzw. Phosphor durch Fütterung und mangelnde Rücksichtnahme auf den Calciumphosphatbedarf laktierender Tiere. Charakteristische Krankheitsbilder sehen wir bei der Tetanie der säugenden Hündin, bei der Geburtstetanie der Stute und bei der Tetanie der tragenden oder frisch laktierenden Sau. Beim Rind kennen wir das Festliegen (Parese) bei graviden und laktierenden Tieren. Außerdem kommt es, meist unmittelbar nach der Geburt, zu Lähmungen mit Bewußtseinsstörungen, welche durch eine Hypocalcämie hervorgerufen werden. Neben verschiedenen Bezeichnungen wie Kalbefieber, Milchfieber spricht man bei diesem Zustand von Gebärkoma. Der Blutcalciumspiegel sinkt bei dieser Erkrankung meist stark ab, erreicht aber nach bisherigen Untersuchungen keine Werte unter 7 mg%. Die Weidetetanie, die Stalltetanie und die Eisenbahntetanie gleichen in ihrem klinischen Bild dem des Gebärkomas. Auch hier handelt es sich um Störungen des Verhältnisses von Calcium, Magnesium und Phosphor im strömenden Blut. Der Calciumspiegel ist nur in einigen Fällen erniedrigt (21, 12). Obwohl die klinischen Symptome weitgehend ähnlich sind, ist noch ungeklärt, ob die Weidetetanie gleiche oder ähnliche Ursachen hat wie die Geburtstetanie (34). Außer diesen Krankheiten sind bei Hunden Ekzeme als Symptome von Störungen des Calciumstoffwechsels bekannt (35).

Unfruchtbarkeit des Rindes

Wenn man Zusammenhänge zwischen Blutcalciumspiegel und Unfruchtbarkeit des Rindes untersuchen will, muß man berücksichtigen, daß es viele Ursachen der verminderten Fruchtbarkeit gibt. Man kann sie nach einem Vorschlag von LAGERLÖF (37) gliedern in:

A. Angeborene oder erbliche Faktoren

1. Mißbildungen, die Entwicklungsstörungen der Geschlechtsorgane darstellen.
2. Prädisposition zu endokrinen Störungen:
   a) bei weiblichen Tieren z.B.
      aa) zystische Degeneration des Ovars,
      bb) Prädisposition zu Störungen während der Ovulations- oder Nidationsperiode,
      cc) Prädisposition zu schwachen Brunst;

b) bei männlichen Tieren:

aa) Prädisposition zu Impotentia coeundi,

bb) Prädisposition zu hormonalen Störungen der Spermiogenese.

B. Erworbene oder Umweltsfaktoren

1. Krankhafte Veränderungen an den Geschlechtsorganen oder am Gesamtorganismus mit nachfolgender Störung der Sexualfunktionen:

a) Allgemein pathogene Bedingungen, z.B. Tuberkulose oder Brucella abortus Bang,

b) Puerperale Infektionen,

c) Paarungsinfektionen.

2. Ernährungsstörungen

(Überernährung, Unterernährung, falsche Futterzusammenstellung, Mangel an Mineralien, Spurenelementen und Vitaminen).

C. Kombination von Erb- und Umweltsfaktoren

Zu Anfang des Jahrhunderts wurden als Sterilitätsursachen die Infektionen in den Vordergrund gestellt. Später wurden Umweltseinflüsse stärker beachtet. In neuester Zeit ist die Mehrzahl der Autoren der Auffassung, daß eine große Anzahl der Sterilitätsfälle entweder durch Ernährungsmängel oder durch konstitutionelle Anfälligkeit bedingt sind. Als Beleg dafür möchte ich die Auffassungen von GÖTZE (20), KÜST und SCHAETZ (36) anführen. Sie bezeichnen als Ursachen für die Fortpflanzungsstörungen schädigende Einflüsse der Umwelt, besonders Fehler in Haltung und Fütterung. Die Mehrzahl der Fälle von Unfruchtbarkeit konnten sie auf Ernährungsstörungen zurückführen. Nach GÖTZE (20) ist z.B. die Atrophie der Eierstöcke auf laufende Unterernährung zurückzuführen.

Besondere Beachtung findet dabei seit langem der Mineralstoffmangel im Futter. Entsprechend der Bedeutung von Phosphor und Calcium im intermediären Stoffwechsel führt ein Mangel an diesen Mineralien besonders nachhaltig zu verschiedenen Formen von Stoffwechselstörungen. Hierauf hat bereits RICHTER (46) und STOCKKLAUSNER (51) hingewiesen. Ebenso bezeichnet STRAUCH (53) einen Mangel an diesen Mineralien als Ursache für verschiedene Formen von Deckaffektionen. Auch wurden Beziehungen zwischen Mineralstoffmangel und den Organen des Geschlechtsapparates gefunden. Sogar Gebärmutterkatarrhe und Vaginitis unspezifischer Art wurden auf Mineralstoffmangel zurückgeführt. Beweise hierfür lieferten STUHLENMILLER (54) und STRAUB (52). OTT (41) beobachtete bei Jungrindern und Kühen im Allgäu eine ausgesprochene Atrophie

der Ovarien und Uteri die durch Zufütterung von Calcium und Phosphor behoben werden konnte. Auch in den USA konnte BOYD (7) Brunststörungen und Unfruchtbarkeit des Rindes auf Phosphor- und Calciummangel zurückführen. Wenn auch zu diesen Erkenntnissen nicht alle Literatur angeführt wurde, so deshalb, weil es heute als Allgemeingut angesehen werden kann, daß Beziehungen zwischen Mineralstoffversorgung und Geschlechtsfunktion bestehen.

So wichtig die Ernährung und die Zufuhr von Mineralstoffen für die Fortpflanzung ist, so wichtig ist nach der Auffassung von KOCH (32) auch die Beachtung der Konstitution des einzelnen Tieres. Leistungssteigerungen sind im Rahmen der genetisch gesetzten Grenzen vor allem durch verstärkte Fütterung zu erreichen. Im gleichen Ausmaß steigt aber auch die Beanspruchung an die regulierenden Einrichtungen des Organismus, die normalerweise Unregelmäßigkeiten im Stoffwechsel sowohl aus der Umwelt als auch aus sich selbst heraus ausgleichen müssen. Bei erheblicher Belastung des Stoffwechsels zeigt sich, daß nicht alle Tiere die Fähigkeit besitzen, beispielsweise eine unvolständige und unregelmäßige Fütterung auszuregulieren. Konstitutionelle Unterschiede haben sich wahrscheinlich machen lassen, insbesondere für die Regelung des Calcium-Phosphor-Stoffwechsels. KOCH (33) betont, daß den hohen Daueranforderungen einer neuzeitlichen Nutztierhaltung in zunehmendem Maß nicht mehr alle Individuen, Familien und Stämme gewachsen sind. Es zeigte sich vielmehr, daß nur die konstitutionell widerstandsfähigsten und härtesten Tiere die starken physiologischen Belastungen hoher Leistungen ertragen können. GOETZE (20) ist der Auffassung, daß die innersekretorischen Organe und ihre Tätigkeit und damit das Zyklusgeschehen in hohem Maß von erblichen Veranlagungen bestimmt werden.

## VI. VERÄNDERUNGEN DES BLUTCALCIUMSPIEGELS ALS SYMPTOM VON FRUCHTBARKEITSSTÖRUNGEN BEIM RIND

Die bisherigen Untersuchungen beim Rind haben keine überzeugenden Beweise für die diagnostische Brauchbarkeit der Blutcalciumbestimmungen erbracht. Bei Krankheiten, die aufgrund ihrer Symptome schwere Hypocalcämien erwarten lassen, wie z.B. Gebärtetanie und Weidetetanie, wird nicht regelmäßig eine signifikante Senkung des Blutcalciumspiegels gefunden, nicht einmal in den schweren Fällen. Zum anderen bereitet die große Schwankungsbreite im Blutcalciumspiegel beim Rind Schwierigkeiten. Was soll beim einzelnen Patienten als Normalwert, was als ein pathologisch veränderter gelten? Unter diesen

Umständen ist die Feststellung einer Senkung des Blutcalciums bei Sterilität eine dem gesamten Status nicht oder wenig beeinträchtigende Erscheinung a priori kaum zu erwarten. Nun hat aber ROTH (48) gefunden, daß in Herden, die offensichtlich einheitlich ernährt und gehalten wurden, die Kühe mit niedrigerem Calciumspiegel durchschnittlich mehr zu Fruchtbarkeitsstörungen neigten. Diese Untersuchungen sind auch von GRIMM (19) geprüft worden, der deutlich feststellen zu können glaubte, daß Kühe mit ovariell bedingter Sterilität häufig niedrige Blutcalciumwerte aufwiesen. Über die genaueren Zusammenhänge, insbesondere über Ursache und Wirkung ist damit noch nichts gesagt. Es erscheint zunächst erforderlich, an geeignetem Material diese Angaben nachzuprüfen. Zur Prüfung dieser Ursache ist es wohl zunächst erforderlich zu fragen: Sind die erniedrigten Blutcalciumwerte fütterungs- oder konstitutionell bedingt? Dazu ist es notwendig, bei den Untersuchungen der Tiere zunächst die möglichen Schwankungsursachen auszuschalten.

Das sind:

Tageszeitschwankungen
Einfluß der Fütterung
Einfluß des Lebensalters
Einfluß des Geschlechtes
Einfluß der Rasse
Einfluß der Trächtigkeit
Einfluß der Laktation und Ausscheidung von Calcium mit der Milch.

Da es beim Rind unter praktischen Verhältnissen außerordentlich schwierig ist, die Ernährung exakt zu erfassen, können Fütterungseinflüsse nur approximativ festgestellt werden. Immerhin dürfte man jeweils innerhalb eines Betriebes zu einigermaßen gleichen Ergebnissen gelangen, wenn die Tiere das gleiche Grundfutter, Grünfutter und Weide bzw. konserviertes Rauhfutter erhalten. Unterschiede werden sich dann im wesentlichen nach dem Appetit ergeben, der als psychologischer Faktor insbesondere in der Weidezeit kaum meßbar zu machen ist. Einigermaßen exakt können die beigefütterten Kraftfuttermengen berücksichtigt werden. Zeigen sich bei offensichtlich gleicher Fütterung deutliche Unterschiede bezüglich des Blutcalciumspiegels, so kann man vermuten, daß diese Unterschiede mit der Individualität bzw. mit der Konstitution zusammenhängen. Zunächst wird es sich nicht rechtfertigen lassen, diesen Zusammenhang aufgrund

einer Untersuchung für den Einzelfall anzuerkennen, vielmehr ist für die Beweisführung erforderlich, daß entweder am selben Tier in gleicher Weise wiederholte Untersuchungen durchgeführt wurden, oder daß eine genügend große Zahl von Tieren erfaßt wird, die eine statistische Auswertung ermöglicht. Der erste Weg ist unter den Verhältnissen der Praxis schwierig, dagegen erscheint der zweite Weg, die Erfassung einer großen Zahl von Tieren, aussichtsreich. Bei dieser Methode werden unter Heranziehung sorgfältiger Beobachtung Ergebnisse zu erwarten sein, die parallel gelagerte Fälle auszuwerten ermöglichen. Dementsprechend wurden meine Untersuchungen in einem Praxisgebiet des Landkreises Schongau in Bayern ausgeführt.

## VII. THERAPEUTISCHE BEEINFLUSSUNG DES BLUTCALCIUMSPIEGELS

Die schnellstmögliche Normalisierung des Blutcalciumspiegels wird durch die Verabreichung von Calciumlösungen intravenös erreicht. Sie kann unterstützt werden durch die subkutane und intramuskuläre Medikation von Calciumlösungen, wobei die Therapie mit gewebsverträglichen Verbindungen zu erfolgen hat. Sie ist dann angebracht, wenn die intravenöse Medikation schädlich wirken könnte, etwa bei Kreislaufstörungen. Im übrigen kann man bei der Regulation des Blutcalciumspiegels den bekannten Regelungseinrichtungen des Organismus folgen. Geht man von der Annahme ernährungsbedingter Hypocalcämie aus, so ist zunächst daran zu denken, Vitamin D zu verabreichen, das als Nahrungsbestandteil an der Regelung der Calciumaufnahme beteiligt ist. Will man die Frage von der konstitutionellen Seite sehen, so liegt es nahe, diejenigen Prinzipien anzuwenden, die körpereigen den Blutcalciumspiegel regeln. Das sind nach heutiger Kenntnis in erster Linie das Parathormon, in zweiter Linie Hormone der Nebennierenrinde. Das Parathormon ist praktisch nicht anwendbar. Aus pharmazeutischen Untersuchungen, wie aus der Humanmedizin, geht hervor, daß das Präparat A T 10 die gleiche Wirkung, wenn auch auf einem anderen physiologischen Weg erzielt. Da der Wirkungsmechanismus des A T 10 bekannt, der Einfluß von Nebennierenhormonen noch nicht so gut geklärt ist, habe ich das genannte Präparat verwendet. Dazu hat mich freilich auch bestimmt, daß bereits ROTH (48) denselben Weg gegangen ist.

Nach den Versuchen von DEMOLE und CHRIST (10) wirkt bestrahltes Ergosterin (= Vitamin D) sehr günstig bei der nach Entfernung der Epithelkörperchen auftretenden Tetanie des Hundes. Es wirkt schon prophylaktisch, wenn man es kurz

vor oder nach der Operation gibt und verhindert das Auftreten von tetanischen Krampfanfällen. In weiteren Untersuchungen wurde festgestellt, daß bei der UV-Bestrahlung des Ergosterins neben dem eigentlichen Vitamin D noch andere Stoffe entstehen, die schon in relativ kleinen Dosen die Calciumwerte im Serum auffällig steigern, während ihre antirachitische Wirkung sehr gering ist. Ein solches Bestrahlungsprodukt des Ergosterins, das frei von Vitamin D ist, wurde unter der Bezeichnung A T 10 (antitetanisches Präparat Nr. 10) zur Verfügung gestellt, nachdem von HOLTZ (25) gezeigt worden war, daß sich bei Tetaniepatienten eine vollständige Beseitigung aller Symptome durch Zufuhr dieses Präparates herbeiführen läßt. Chemisch-physikalisch ist A T 10 eine 0.5%ige ölige Lösung von hydriertem Tachysterin, das durch Bestrahlung von Ergosterin gewonnen wird. Hydriertes Tachysterin ist in öliger Lösung haltbar und praktisch geschmacksfrei. Bei Störungen im Calciumstoffwechsel greift A T 10 kausal ein. Wird einem Tier dieses Präparat einmalig verabreicht, so steigt der Calciumgehalt im Serum wieder an. Calcium wird gleichzeitig vermehrt ausgeschieden. Die Calciumdepots verarmen und die vorher stark positive Calciumbilanz normalisiert sich. Erst bei Überdosierung von A T 10 kommt es zu einer negativen Calciumbilanz. Diese Wirkung des A T 10 entspricht weitgehend derjenigen des Parathormons. Durch das A T 10 läßt sich das Epithelkörperchenhormon im tierischen Organismus vollständig ersetzen. Es bestehen aber zwischen A T 10 und dem Parathormon nicht nur wesentliche chemische, sondern auch wichtige praktische Unterschiede. Das Nebenschilddrüsenhormon muß stets injiziert werden, während A T 10 bei oraler Darreichung wirkt und diese Wirkung lange anhält. Nach Versuchen beim Hund stieg der Calciumgehalt des Blutserums nach einmaliger Gabe von A T 10 nach 48-72 Stunden langsam an, der Gipfel wurde nach 4-7 Tagen erreicht, während in der Folgezeit der Calciumgehalt im Serum allmählich wieder auf seinen Ausgangswert zurückging. Diese Vermehrung des Serumcalciums trat auch ohne gleichzeitige Zugabe von Calciumpräparaten ein und beruht auf einer Mobilisierung von Calcium aus den Körperreserven, insbesondere aus dem Skelett. Als Antagonisten des A T 10 haben sich im Tierversuch die oestrogenen Wirkstoffe erwiesen (23).

Therapeutisch wird beim Menschen bis jetzt A T 10 bei folgenden Erscheinungsbildern einer Unterfunktion der Epithelkörperchen eingesetzt:

Veränderungen der Psyche und des Charakters, Dyspnoe, Kreislaufstörungen, Krämpfen ohne Bewußtseinsverlust, Störungen am Verdauungskanal, Allergien,

Krankheitserscheinungen der Haut, Schmelzdefekten an den Zähnen, Augenstar und rheumatischen Gliederschmerzen.

Hunden und Katzen hat KOCH (35) erfolgreich A T 10 bei verschiedenen Ekzemformen verabreicht.

## C. Versuchstiere und Methodik

### 1. Untersuchungsgebiet

Die zur Untersuchung herangezogenen Tiere stammen ausschließlich aus neun Gemeinden des nördlichen Teiles des Landkreises Schongau in Bayern. Es handelt sich um ein Gebiet mit überwiegendem Grünland, Viehzucht und Milchviehhaltung. Geologisch besteht das Gebiet aus Ablagerungen der letzten Eiszeit. Die aus den Jungmoränen entwickelten Böden liegen als schlecht verwitterte Fels- und Schuttböden vor. Die Böden des nördlichen Teiles des Landkreises setzen sich fast ausschließlich aus alluvialem Schotter zusammen, der überwiegend von lehmigen Sanden verschiedener Mächtigkeit bedeckt wird. Außerdem kommen mehr oder weniger stark ausgedehnte Hochmoore oder Übergangsmoore vor. Der Grundwasserspiegel schwankt sehr stark von 1-15 m. -
Die Bevölkerung ist konservativ, für Neuerungen aber aufgeschlossen, wenig anspruchsvoll, zäh und fleißig. Die Verkehrslage dieses Gebietes ist günstig.

Die Betriebsgrößenklassen stehen in einem sehr guten Verhältnis zueinander. Der Schwerpunkt liegt bei den Familienwirtschaften. Die durchschnittliche Betriebsgröße beträgt 15 ha.

Um von der wechselhaften Witterung weitgehend unabhängig zu sein, wird bei der Heuwerbung, die als Arbeitsspitze zu bezeichnen ist, die Methode des Aufreuterns angewendet.

Die Stickstoffversorgung des Dauergrünlandes ist gut. Mineralstoffdünger wurden dagegen bisher in sehr wenigen Fällen benutzt. Schon allein hieraus ist ein Mineralstoff- und insbesondere ein Phosphormangel für die Weidepflanzen abzuleiten, umso mehr, als während des Weidegangs keine Mineralstoffe zugefüttert werden.

Der Weidegang dauert sechs Monate, von Anfang Mai bis Ende Oktober. Die Winterfütterung beruht auf Heu in ausreichenden Mengen. Zugefüttert werden in einigen Betrieben Futterrüben in Mengen bis zu 10 kg, in einigen wenigen Betrieben Grassilage in Mengen von 20-30 kg. Da bei Mähweidewirtschaft das Heu von den gleichen Flächen gewonnen wird, die im Sommer beweidet werden, ist die Fütterung praktisch das ganze Jahr hindurch weitgehend gleichartig, mit den gleichen Vorzügen und Mängeln, nämlich ausreichend nach Menge, reichlich nach Eiweißgehalt, nicht immer ausreichend hinsichtlich des Rohfasergehalts, mit Sicherheit aber unzureichend in Bezug auf Mineralstoffe, zumal Mineralien kaum bzw. nur in unbedeutenden Mengen zusätzlich gegeben werden. Offensichtlich fütterungsbe-

dingte Erkrankungen sind Durchfälle zu Beginn der Weidezeit und nach Regenperioden, Weidetetanie und Festliegen, ein stellenweise hoher Besamungsindex, Sterilität und Aufzuchtstörungen bei Jungtieren.

Die durchschnittliche Milchleistung beträgt 2 700 kg/Jahr und ist demnach unbefriedigend. Der Anteil des nachgezüchteten Jungviehes steht allerdings in einem gesunden Verhältnis zum Milchviehbestand. Die Milchanlieferung erfolgt an die Genossenschaftsmolkerei in Schongau. Für die staatliche Zuchtbetreuung ist das Tierzuchtamt Weilheim zuständig. Die landwirtschaftliche Beratung obliegt dem Landwirtschaftsamt in Schongau. Genossenschaftliche Verbände sind: Molkereigenossenschaft, Raiffeisenkasse, Besamungsgenossenschaft.

## 2. Methodik der Bodenuntersuchungen

Die Bodenuntersuchungen wurden von der Landwirtschaftlichen Untersuchungsanstalt in Augsburg durchgeführt. Die Nährstoffe Kalium und Phosphorsäure wurden mittels der Laktatmethode (nach Egner-Riehm) bestimmt. Nach dem Trocknen und Absieben auf 2 mm wird 5 g Boden mit 250 ccm Calcium-Laktatlösung mit einem pH-Wert von 3,55 1.5 Stunden lang ausgeschüttelt, filtriert und im Filtrat flammenphotometrisch das Kalium und kolorimetrisch die Phosphorsäure bestimmt. Die Auswertung erfolgt für Phosphorsäure unter Berücksichtigung der Bodenart und des Reaktionszustandes nach gut, mäßig und schlecht versorgt. Für Kalium wird die Bodenart nicht berücksichtigt. Hier nimmt man Böden, die in 100 g bis zu 10 mg Kalium enthalten, als schlecht versorgt, von 10-20 mg als mäßig versorgt und über 20 mg als zur Zeit ausreichend versorgt an. Für kalkreiche Böden kommt seit einiger Zeit eine speziell dafür modifizierte Laktatmethode zur Anwendung. Die Probeentnahme erfolgt vom Grünland in 10 cm Tiefe, vom Ackerland in 20 cm Tiefe. Die Untersuchungsergebnisse in den neun Gemeinden ergaben ein einheitliches Bild. Die Bodenreaktion war in allen Fällen schwach sauer bis sauer. Die Phosphorversorgung war schlecht, die Versorgung mit Kali mäßig bis gut.

## 3. Tiere, Zahl, geschlossene Betriebe

Die untersuchten Tiere wurden aus dem Gebiet der Besamungsnebenstelle Kinsau ausgewählt. Die Zahl der untersuchten weiblichen Rinder betrug 307. Davon waren 207 Rinder steril; als Kontrollen wurden 100 geschlechtsgesunde Tiere aus den gleichen Betrieben gewählt.

85% von den 207 sterilen Tieren gehören dem grau-braunen Höhenrind an, 12% dem Murnau-Werdenfelser Rind, 2% dem Höhenfleckviehrind und 1% dem schwarz-bunten Niederungsrind.
Von den 100 Kontrolltieren wurden anteilmäßig die verschiedenen Rinderrassen zur Untersuchung herangezogen, um eventuelle Schwankungen des Blutcalciumspiegels, hervorgerufen durch Unterschiede in der Rasse, zu vermeiden.

Im allgemeinen wurden nur die einzelnen sterilen Tiere in einem Betrieb ausgesucht, während bei stark gehäuftem Auftreten der Sterilität in einzelnen Stallungen alle Tiere der Blutuntersuchung unterzogen wurden.

Als unfruchtbar wurden diejenigen Tiere bezeichnet, die mindestens vier Monate vor der Untersuchung gekalbt hatten und trotz wiederholtem Besamen nicht wieder aufnahmen. Häufig waren diese Tiere bereits vorher in tierärztlicher Behandlung. Die Kontrolltiere setzten sich zusammen aus frischmelkenden Kühen und solchen mit einer Trächtigkeit bis zu vier Monaten.

Sämtliche Untersuchungen wurden in den Monaten Juli und August vorgenommen. Die Blutentnahme fand einheitlich zwischen 9 und 11 Uhr vormittags statt, um Unterschiede des Blutcalciumspiegels, hervorgerufen durch verschiedene Jahres- und Tageszeiten, zu vermeiden.

4. Tierärztliche klinische Untersuchungen

In den einzelnen Betrieben wurde als erstes vom Besitzer ein genauer Vorbericht über den gesamten Betrieb, den Stall und die einzelnen Tiere eingeholt. Hierbei wurden folgende Punkte beachtet:

a) Gesamter Betrieb: Stall, Fütterung, Bodenuntersuchungen, Fruchtbarkeit, Erkrankungen, Lecksucht, Festliegen u.ä.
b) Einzeltier: Allgemeinzustand, Rasse, Zahl der Kälber, Milchleistung, bisherige Fruchtbarkeit, bisherige Behandlung.

Wenn aufgrund des Vorberichtes ein Tier für die Untersuchung geeignet erschien, so wurde es klinisch untersucht. Es wurden je Tier die Rasse, der Allgemeinzustand, der Pflegezustand, die Milchleistung und die äußeren Veränderungen des Genitalapparates festgestellt. Anschließend wurde eine rektale Untersuchung durchgeführt, wobei auf die Konsistenz und die Errigierbarkeit des Uterus geachtet wurde, weiterhin sind die Eierstöcke und die Eileiter kontrolliert worden.

Die sterilen Tiere konnten aufgrund des Vorberichtes und des Untersuchungsbefundes in fünf Gruppen aufgeteilt werden:

Gruppe 1: Bei der Untersuchung des Eierstockes konnte in sehr vielen Fällen beobachtet werden, daß dieser enorm klein und verhärtet war. Wahrscheinlich handelt es sich hier um eine ovarielle Hypoplasie. Diese Gruppe wurde demnach mit "ovarielle Hypoplasie" bezeichnet. Hierunter fallen 84 Tiere.

Gruppe 2: Aufgrund des Vorberichtes und durch eigene Untersuchungen und Beobachtungen konnten sehr häufig Tiere angetroffen werden, deren Brunstdauer stark verlängert war. Die äußeren Brunsterscheinungen waren nicht deutlich ausgeprägt und die Brunst dauerte in der Regel drei Tage. Diese Gruppe wurde "verlängerter Oestrus" genannt; dieser Gruppe gehören 47 Tiere an.

Gruppe 3: "Ovarialzysten". Zystisch entartete Ovarien sind im Untersuchungsgebiet nicht selten; es wurden 25 Tiere erfaßt. Es gibt eine Reihe von klinisch verschiedenen Ovarialzysten verschiedener Genese. Da aber eine Differenzierung schwierig und unsicher ist, wurden in dieser Gruppe alle Tiere zusammengefaßt, bei denen palpatorisch am Ovar Zysten gefunden wurden. Damit ist eine Einschränkung der möglichen Sterilitätsformen gegeben. Nicht berücksichtigt wurde, ob die Tiere mit Ovarialzysten Erscheinungen der Nymphomanie zeigten oder nicht.

Gruppe 4: Bei den vom Autor untersuchten Rindern wurden verhältnismäßig sehr wenige Tiere angetroffen, die an einer Endometritis erkrankt waren. Deshalb konnte auch an eine Differenzierung und auf eine Unterteilung dieses Symptoms verzichtet werden. Diese Gruppe, die 26 Tiere umfaßt, wurde mit "Endometritis" bezeichnet.

Gruppe 5: Bei 97 Tieren wurden palpatorisch keine pathologischen Veränderungen der Geschlechtsorgane gefunden. Die Zeitdauer der Brunst und des Zyklus lag ebenfalls im Bereich des Normalen. Diese Gruppe wurde als "Sterilitas sine materia" bezeichnet. Es darf außer acht gelassen werden, daß 88 sterile Tiere hiervon mit einem Blutcalciumgehalt von weniger als 9.5 mg% nach der Behandlung mit A T 10 in der ersten darauffolgenden Brunst behandelt wurden. Dasselbe gilt für die weiteren in Versuch genommenen 9 sterilen Tiere mit einem Blutcalciumgehalt von mehr als 9.5 mg%. Diese erhielten alle eine subkutane Injektion dieses Präparates von 5.0 ccm. Veranlassung dazu war, daß diese Tiere in Stallungen standen, in denen besonders gehäuft Sterilitätsfälle

auftraten. Auch sollte festgestellt werden, ob und wie Tiere mit geringerem bzw. höherem Blutcalciumspiegel auf solche Behandlung reagieren. Alle behandelten Tiere wurden bei der ersten darauf folgenden Brunst besamt. Diese Tiere wurden nach 12 Wochen auf Trächtigkeit untersucht, die Trächtigkeitsdauer wurde aufgrund der Kartei des Besamungstierarztes festgestellt.

5. Blutentnahme

Es wurden etwa 20 ccm Blut in ein sauberes Probegläschen entnommen. Von dem abfließenden Blut wurden die ersten Anteile verworfen, um etwa abfließende Gewebeflüssigkeit von der Blutprobe fernzuhalten.

6. Methodik der Blutuntersuchung

Die Blutcalciumbestimmung wurde im Laboratorium des Instituts für Tierzucht der Ludwig-Maximilians Universität in München nach der Methode von CLARK COLLIP (8) durchgeführt. Um Irrtümer auszuschließen, wurden grundsätzlich von jeder Blutprobe vier parallele Calciumbestimmungen vorgenommen.

Das Blut wurde bei 3000 Umdrehungen pro Minute 15 Minuten lang zentrifugiert. Jede Probe enthielt 2 ml Serum, die in ein weiteres Zentrifugenglas überführt worden sind. Zum Ausfällen des Calciums wurden 1 ml Ammoniumoxalat und 2 ml Natriumazetat hinzugefügt, durch Schütteln gründlich gemischt und über Nacht stehen gelassen. Erneut wurde bei 3000 Umdrehungen pro Minute 5 Min. lang zentrifugiert und die überstehende Flüssigkeit vorsichtig mit einer Wasserstrahlpumpe abgesaugt. Der Niederschlag ist anschließend viermal mit $NH_3$-Wasser gewaschen worden, wobei nach jedem Waschen die Probe erneut zentrifugiert und die überstehende Flüssigkeit abgesaugt wurde. Das letzte Waschwasser ist nach Ansäuern, Erwärmen im Wasserbad und nach Zugabe einiger Tropfen $MnSO_4$-Lösung mit $KMnO_4$ auf vollständige Freiheit von Oxalat geprüft worden. Nach einer Minute durfte sich die zur Titration benutzte $KMnO_4$-Lösung nicht entfärben. Der Niederschlag des Calciums im Glas wurde anschließend mit 5 ml 4.5%iger Schwefelsäure gelöst. Darauf ist die Probe genau eine Minute in siedendem Wasserbad erwärmt und nach Zugabe von 5 Tropfen 1%iger $MnSO_4$-Lösung titriert worden und zwar bis zur eben sichtbaren Rotfärbung, die etwa 1 Minute bestehen bleiben soll.
Der Durchschnittswert von vier Einzelbestimmungen wurde als endgültige Blutcalciumkonzentration festgelegt.

7. Statistische Auswertung

Zur Berechnung der Zufallsgröße, die den einzelnen Meßwerten vor allem zwischen den Untersuchungsgruppen anhaften, wurde die Testwahrscheinlichkeit P nach WILCOXON (56) durchgeführt. Die Berechnung erfolgt in folgender Weise:

$$P = \phi \frac{u + 1/2 - 1/2\ gh}{\sqrt{1/12\ gh\ (g+h+1)}}$$

Hierbei ist P = Wahrscheinlichkeit, g = die Anzahl der Glieder der 1. Versuchsreihe, h = die Anzahl der Glieder der 2. Versuchsreihe und u = die Anzahl der Inversionen.

Ein Ergebnis $P > 5\%$ ist mit weniger als 95% Wahrscheinlichkeit behaftet und gilt als statistisch nicht mehr gesicherte Beziehung. P = 1-5% ist dagegen statistisch gesichert, von 1-0.1% statistisch gut gesichert und $P < 0.1\%$ gilt als ein sehr gut gesichertes Ergebnis.

## D. Eigene Untersuchungen

### 1. Serumcalciumwerte der 307 insgesamt untersuchten Tiere

Der durchschnittliche Blutcalciumspiegel von 307 Rindern beträgt 9.86 mg%. 207 Tiere hiervon waren steril, 100 Tiere wurden diesen zur Kontrolle gegenübergestellt.

Tabelle I

Mittelwert und Schwankungsbreite des Blutcalciumspiegels von 307 weibl. Rindern

| Anzahl der Tiere | Ø Blutcalciumspiegel mg% | Grenzwerte - mg% | Grenzwerte + mg% |
|---|---|---|---|
| 100 Kontrolltiere | 10.05 | 8.59 | 11.66 |
| 207 sterile Tiere | 9.74 | 8.16 | 11.48 |
| 307 Gesamtanzahl der Tiere | 9.86 | 8.16 | 11.66 |

Der Blutcalciumspiegel der sterilen Tiere war gegenüber dem der Kontrolltiere um durchschnittlich 0.31 mg% niedriger. Die Differenz von 10.05 mg% bei den gesunden Kontrolltieren und 9.74% Blutcalciumgehalt der sterilen Tiere ist nach WILCOXON (56) mit der Testwahrscheinlichkeit von $P < 0.5\%$ und $> 0.1\%$ behaftet. Sie gilt damit statistisch als gut gesichert.

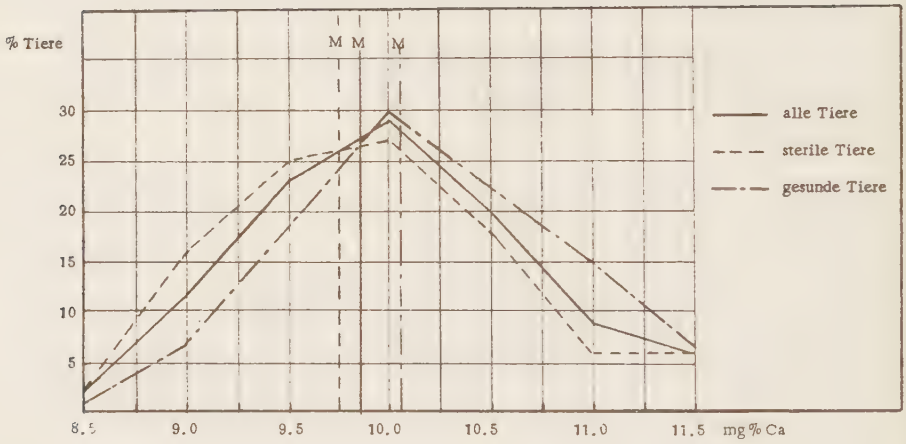


Abb. 1 Variation des Blutcalciumspiegels bei den untersuchten 307 Tieren.

Tabelle II

Blutcalciumspiegel im Zusammenhang mit Ernährung, Alter, Milchleistung und Sterilität
(Die untersuchten 307 Tiere sind nach Gruppen von je 0,5 mg% Calcium geordnet)

| | Zahl d. Tiere | 8,0-8,5 | 8,6-9,0 | 9,1-9,5 | 9,6-10,0 | 10,1-10,5 | 10,6-11,0 | 11,1-11,5 mg% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Alle Tiere | 307 | 5 | 38 | 71 | 86 | 61 | 27 | 19 |
| Kontrolle | 100 | 1 | 7 | 18 | 30 | 22 | 15 | 7 |
| Sterile Tiere | 207 | 4 | 31 | 53 | 56 | 39 | 12 | 12 |
| Ernährung gut | 197 | 4 | 20 | 46 | 57 | 40 | 17 | 13 |
| " mittel | 71 | 0 | 8 | 17 | 19 | 15 | 6 | 6 |
| " schlecht | 39 | 1 | 10 | 6 | 10 | 6 | 4 | 2 |
| Weide | 223 | 4 | 28 | 49 | 58 | 49 | 19 | 16 |
| Stall | 84 | 1 | 10 | 22 | 28 | 12 | 8 | 3 |
| mit Kraftfutter | 165 | 3 | 21 | 39 | 44 | 34 | 14 | 10 |
| ohne " | 142 | 2 | 17 | 32 | 42 | 27 | 13 | 9 |
| Alter 3 Jahre | 92 | 2 | 11 | 20 | 25 | 18 | 8 | 8 |
| " 4 " | 34 | 0 | 5 | 8 | 9 | 8 | 2 | 2 |
| " 5 " | 56 | 1 | 5 | 16 | 18 | 9 | 6 | 1 |
| " 6 " | 41 | 1 | 4 | 10 | 10 | 9 | 5 | 2 |
| " 7 " | 29 | 0 | 5 | 8 | 9 | 4 | 1 | 2 |
| " 8 " | 20 | 0 | 3 | 5 | 6 | 4 | 1 | 1 |
| " 9 " | 35 | 1 | 5 | 4 | 9 | 9 | 4 | 3 |
| Milchleistung | | | | | | | | |
| 17 kg + darüber | 46 | 1 | 15 | 12 | 10 | 1 | 7 | 0 |
| 11 " bis 16 kg | 106 | 2 | 10 | 34 | 33 | 20 | 3 | 4 |
| 1 " bis 10 " | 100 | 0 | 4 | 16 | 27 | 31 | 14 | 8 |
| Färsen | 55 | 2 | 9 | 8 | 17 | 9 | 3 | 7 |
| Sterilitätsformen | | | | | | | | |
| St. sine mat. | 97 | 1 | 8 | 12 | 31 | 28 | 8 | 9 |
| ov. Hypoplasie | 84 | 2 | 20 | 32 | 19 | 6 | 2 | 3 |
| verl. Oestrus | 47 | 2 | 12 | 17 | 9 | 4 | 2 | 1 |
| Endometritis | 26 | 0 | 0 | 3 | 7 | 11 | 4 | 1 |
| Zysten | 25 | 0 | 2 | 8 | 6 | 6 | 2 | 1 |

Die Abb. 1 läßt erkennen, daß im Bereich der niederen Blutcalciumwerte bis zu 9.5 mg% der prozentuale Anteil der sterilen Rinder größer ist. Im Bereich von 9.5-10.0 ist der prozentuale Anteil beider Gruppen etwa gleich hoch, während bei Blutwerten von 10.0-11.5 mg% Calcium der Anteil der sterilen Rinder deutlich geringer ist.

2. Ernährungszustand, Alter und Blutcalciumspiegel

Es wurden drei Gruppen gebildet:

1. Ernährungszustand gut 197 Tiere
2. Ernährungszustand mittel 71 Tiere
3. Ernährungszustand schlecht 39 Tiere.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen den drei Gruppen konnte nicht festgestellt werden. Lediglich bei Gruppe 3 konnte im Bereich der Blutcalciumwerte von 8.6-9.0 mg% eine relative Häufung gefunden werden, wie Tabelle II zeigt. Das zu kleine Material reicht nicht aus, um behaupten zu können, daß ein schlechter Ernährungszustand grundsätzlich mit Hypocalcämie einhergeht.

Unterschiede im Blutcalciumspiegel bei Stallfütterung und Weidegang konnten nicht gefunden werden. Die Qualität der Fütterung war bei den zur Untersuchung herangezogenen Betrieben im wesentlichen gleich. Hier konnten keine Unterschiede im Blutcalciumspiegel gefunden werden.
Eine Zu- oder Abnahme des Blutcalciumspiegels mit dem Alter konnte in diesen Versuchen nicht festgestellt werden.

3. Milchleistung und Blutcalciumspiegel

Der Blutcalciumgehalt der Tiere mit verschiedener Milchleistung, ausgewählt aus dem gesamten Untersuchungsgut, ist in seiner Variation in Abb. 2 dargestellt worden. Bei der statistischen Auswertung nach WILCOXON (56) ergeben sich folgende Beziehungen:

1. Der Vergleich zwischen Färsen mit niedrigerem Calcium-Blutspiegel und Rindern mit einer Milchleistung von 1-10 kg und einem höheren Calciumgehalt im Serum ist mit P = 3% statistisch gesichert.

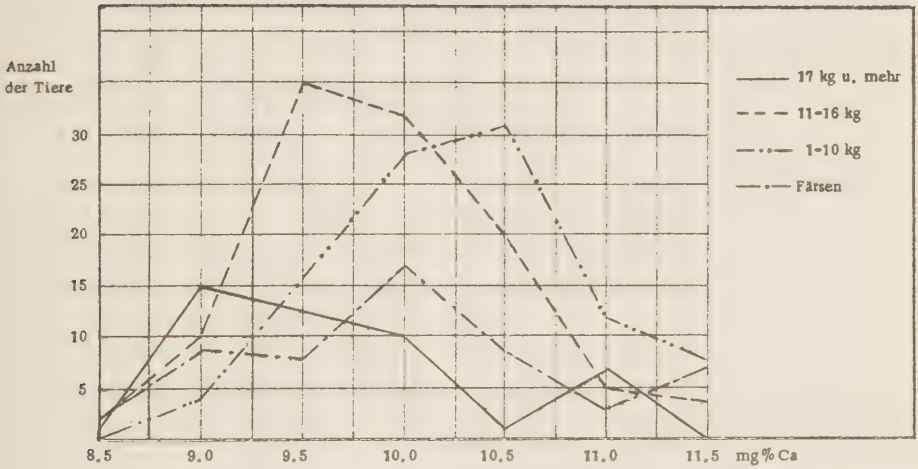


Abb. 2 Höhe der Milchleistung und des Blutcalciumgehaltes. Die Tiere sind in 4 Leistungsgruppen und nach Gruppen von Blutcalciumwerten von je 0,5 mg% geordnet.

2. Der Vergleich der Werte bei Tieren mit einer Tagesmilchleistung von 11-16 kg und Kühen mit 17 kg Milch und mehr ist mit P = 6% behaftet und somit statistisch als nicht gesichert anzusehen.

3. Zwischen den Leistungsgruppen der Tiere mit einer Tagesmilchleistung von 1-10 kg und Kühen mit einer Leistung von 11-16 kg beträgt P = 12%. Statistisch ist dieser Vergleich ebenfalls nicht gesichert.

4. Beim Vergleich der Gruppen Färsen und Kühen mit einer Milchleistung von 11-16 kg errechnet sich P = 15%.

## 4. Sterilität und Blutcalciumspiegel

In einer einleitenden Aufstellung konnte festgestellt werden, daß bei sterilen Tieren der Blutcalciumspiegel signifikant niedriger ist als bei gesunden Tieren. Eine genaue Untersuchung zwingt aber dazu, dieses Ergebnis zu differenzieren. Es zeigt sich nämlich, daß sich bei verschiedenen Formen der Sterilität das Serumcalcium durchaus unterschiedlich verhält. Die Sterilitätsformen wurden in vier Gruppen aufgeteilt:

### Gruppe 1: Ovarielle Hypoplasie

Wir finden bei 84 Tieren einen durchschnittlichen Blutcalciumspiegel von 9.51 mg%. Dieser Wert ist gegenüber dem Gesamtdurchschnitt der sterilen Tiere erniedrigt. Von den 84 Tieren liegen die Blutcalciumwerte bei 54 Tieren unter 9.5 mg%, d.h., diese Werte liegen unter dem Durchschnitt. Nur 11 Tiere zeigen Blutcalciumwerte über 10 mg%. Die größte Häufung (32 von 24) liegt zwischen 9.0 und 9.5 mg%. Nach WILCOXON (56) ist der hier niedrigere Calciumgehalt im Serum gegenüber den gesunden Rindern mit $P < 0.1\%$ als sehr gut gesichert anzusehen.

### Gruppe 2: Verlängerter Oestrus

Auch dieses Symptom scheint mit erniedrigten Blutcalciumwerten im Zusammenhang zu stehen. Wir finden den niedrigsten durchschnittlichen Blutcalciumwert hier unter allen Gruppen mit 9.32 mg%. Von den 47 Tieren dieser Gruppe hatten 31 Blutcalciumwerte von 8.5 mg% und darunter. Nur 7 Tiere zeigten Werte von mehr als 10 mg%. Die größte Häufung liegt zwischen 9.0 und 9.5 mg%. Gegenüber den 100 Kontrolltieren ist der hier niedrigere Calciumgehalt statistisch mit $P < 0.1\%$ sehr gut gesichert.

Gruppe 3: Ovarialzysten

Die Tiere mit Ovarialzysten wiesen ein etwa gleiches Verhältnis bezüglich des Blutcalciumspiegels auf wie die Tiere der Gruppe 1. Der Mittelwert liegt nicht wesentlich unter dem Gesamtdurchschnittswert (9.71 mg%). Die gegenüber den 100 gesunden Rindern erniedrigte Calcium-Konzentration im Serum ist bei dieser Gruppe mit P = 2% statistisch gesichert.

Gruppe 4: Endometritis

Die Untersuchung zeigte ein auffallendes Ergebnis: Der Mittelwert lag mit 10.24 weit über dem Durchschnitt, 16 von 26 Tieren wiesen Blutcalciumwerte von mehr als 10.0 mg% auf. Nur 3 Tiere zeigten weniger als 9.6 mg%. Der niedrigste Wert, den ein Tier dieser Gruppe aufwies, betrug 9.26 mg%. Mit P = 12% besteht im Vergleich zu den Kontrollen auch nach statistischer Berechnung kein Unterschied.

Gruppe 5: Sterilitas sine materia

97 Tiere dieser Gruppe wiesen einen durchschnittlichen Blutcalciumspiegel von 10.06 mg% auf, d.h. dieser Blutcalciumwert liegt etwas über dem Normalwert. Die Zufallswahrscheinlichkeit mit 80% läßt zu den 100 gesunden Tieren keine Differenz erkennen.

5. Behandlungsversuche

Da die Untersuchungen zu der Annahme berechtigten, daß der Blutcalciumspiegel in ursächlichem Zusammenhang mit bestimmten Formen der Sterilität steht, wurden 97 Tiere, die steril waren, mit A T 10 behandelt. Wie schon erwähnt, hatten sämtliche 88 sterilen Tiere einen Blutcalciumspiegel unter 9.6 mg%. Nur 9 Rinder zeigten vor der Behandlung einen Blutcalciumspiegel von 9.6-10.5 mg%.

Alle Rinder erhielten einheitlich einmal 5 ccm der handelsüblichen Lösung von 5 mg Dihydro-Tachysterin subkutan injiziert. Sonstige Behandlung unterblieb bei diesen Tieren.

Von den derart behandelten 97 Tieren wurden 68 gravid, 29 blieben steril. Das kann gemessen an den herkömmlichen Behandlungsmethoden der Sterilität als ein recht gutes Behandlungsergebnis bezeichnet werden.

In Tabelle III ist der Behandlungserfolg aufgegliedert nach der Höhe des Blutcalciumspiegels vor Beginn der Behandlung. Die Tabelle zeigt, daß, soweit so kleine Zahlen ein Urteil erlauben, der Behandlungserfolg bei unterdurchschnittlichem Blutcalciumspiegel gut, bei einem Blutcalciumspiegel über 9.5 mg% nicht befriedigend ist.

Tabelle III

Erfolg der Behandlung mit A T 10 geordnet nach der Höhe des Blutcalciumspiegels vor der Behandlung

| Serum-Ca-Spiegel mg% | Behandelte Tiere | Behandlungserfolg + | - |
|---|---|---|---|
| 8.1 - 8.5 | 4 | 3 | 1 |
| 8.6 - 9.0 | 31 | 20 | 11 |
| 9.1 - 9.5 | 53 | 42 | 11 |
| 9.6 - 10.5 | 9 | 3 | 6 |
| 8.1 - 10.5 | 97 | 68 | 29 |

Der Erfolg der Behandlung bei den einzelnen Formen der Sterilität ist in der Tabelle IV zusammengefaßt. Danach ist ein Unterschied in der Wirkung bei Sterilitätsformen mit verschiedenen Symptomen nicht deutlich erkennbar. Doch scheint der Erfolg erwartungsgemäß am besten bei den beiden Gruppen mit ovarieller Sterilität "Ovarieller Hypoplasie" und "Verlängerter Oestrus" zu sein. Wenig brauchbar zeigt sich dagegen die Behandlung bei "Ovarialzysten".

Tabelle IV Erfolg der Behandlung mit A T 10 geordnet nach Symptomen der Sterilität

| Sterilitäts-symptom | Behandelte Tiere | Behandlungserfolg + | - |
|---|---|---|---|
| Ovarielle Hypoplasie | 61 | 47 | 14 |
| Verlängerter Oestrus | 35 | 30 | 5 |
| Ovarialzysten | 13 | 5 | 8 |
| Metritis | 3 | 2 | 1 |
| Sterilitas sine materia | 22 | 16 | 6 |

Das Ergebnis der Behandlungsversuche bestätigt die Annahme unserer Untersuchungen, daß ein niedriger Blutcalciumspiegel in ursächlichem Zusammenhang mit bestimmten Formen der Sterilität steht. Es fiel auf, daß bei den ersten beiden Gruppen nebenstehender Tabelle, die sehr gute Behandlungserfolge aufwiesen, die Differenz im Blutcalciumspiegel gegenüber den gesunden Kontrolltieren statistisch sehr gut gesichert ist.

## Diskussion

Aus der Darstellung der Literaturangaben über die Höhe des normalen Blutcalciumspiegels beim Rind ergab sich eine teilweise Regellosigkeit für den physiologischen Wert. Die Mehrzahl der Autoren gibt als normale Blutcalciumkonzentration 10,0-11,0 mg% an, doch bestehen auch Angaben, nach denen der Blutcalciumspiegel mit 7.7 mg% (38) oder mit 16.6 mg% (22) beim Rind als Norm anzusehen ist. In der vorliegenden Arbeit war bei 100 gesunden Tieren festzustellen, daß der mittlere Wert der Calciumkonzentration im Serum bei 10,05 mg% lag. Diese Messungen beruhen auf Blutentnahmen innerhalb einer vergleichbaren Tageszeit (9-11 Uhr vormittags) und sie wurden bei Rindern durchgeführt, die in Grünlandbetrieben gehalten wurden. Hiermit soll zum Ausdruck gebracht werden, daß eine weitgehende gleichartige Fütterungsweise unterstellt werden kann. Die Schwankung von 8,59-11,66 mg% Calcium ist gegenüber dem Verhalten der Serumcalciumkonzentration beim Menschen verhältnismäßig groß (42), doch zeigen die weiteren Untersuchungen, daß diese Werte trotzdem und zwar dann, wenn sie an einer größeren Zahl von Tieren gewonnen werden, zu begründeten Aussagen berechtigen.

Unter Heranziehung aller 307 zu den Untersuchungen verwendeten Tieren war festzustellen, daß Färsen mit einem durchschnittlichen Serumcalciumgehalt von 9.91 mg% einen gesicherten Calciumgehalt im Serum aufwiesen, als Rinder mit einer Milchleistung von 1-10 kg/Tag.

Es konnte die Auffassung von ROTH (48) bestätigt werden, daß sich gesunde Tiere von sterilen Rindern in der Höhe ihres Serumcalciumspiegels unterscheiden. Die 207 hier untersuchten Rinder mit Sterilität hatten mit 9.74 mg% Calcium im Serum eine statistisch gut gesicherte Differenz zu den gesunden Kontrolltieren.

Im einzelnen interessierte, welchen Formen der Sterilität derartige Erscheinungen zuzuschreiben waren. Es konnten bei den Sterilitätsgruppen "Ovarielle Hypoplasie" und "Verlängerter Oestrus" statistisch sehr gut gesicherte Differenzen in der Blutcalciumkonzentration gegenüber den gesunden, zur Kontrolle herangezogenen Rindern festgestellt werden. Auch bei der Sterilitätsform "Ovarialzysten" war die Differenz gegenüber den gesunden Tieren statistisch noch zu sichern. Nicht dagegen bei Tieren mit "Endometritis" und "Sterilitas sine materia".

Im Zusammenhang mit diesen in der Praxis durchgeführten Versuchen liessen sich die Ursachen der Wechselbeziehungen zwischen Dysfunktion der Gonaden und dem herabgesetzten Serumcalciumspiegel nicht näher verfolgen. Im Hinblick auf die Ernährungsgrundlage der untersuchten Tiere ist eine fütterungsbedingte Genese zu vermuten, ohne daß von vornherein ein etwaiger Calciummangel in der Ration hierfür verantwortlich gemacht werden kann. Dieser ist in den Weidegräsern des genannten Praxisgebietes auf den verhältnismäßig kalkreichen Weiden ohnehin nicht zu erwarten. Andererseits ist bekannt, daß ein Mangel an Phosphor ebenfalls zu einer Dysfunktion der Epithelkörperchen und damit zu einem veränderten Calciumspiegel im Serum führen kann.

Um die Bedeutung des Serumcalciumspiegels auf die Geschlechtsfunktion kennenzulernen, wurde versucht, die Sterilität ohne kausale oder lokalunterstützende Behandlung ausschließlich durch die Anregung der Epithelkörperchenfunktion durch die Anwendung von A T 10 zu beeinflussen. In 97 Versuchen, bei denen A T 10 nur einmal in der Dosis von 5 ccm subkutan appliziert wurde, ergab sich ein deutliches Ansprechen seitens der tierischen regulatorischen Mechanismen. Nachdem die Verabreichung der den Calciumspiegel anhebenden Substanz jeweils 14 Tage vor Beginn einer zu erwartenden Brunst erfolgte, war in 68 Fällen das Brunstsymptom auszulösen. Sämtliche Tiere wurden daraufhin besamt und zwar mit bleibendem Erfolg. Nur bei restlichen 29 Tieren wurde zwar ebenfalls eine Brünstigkeit hervorgerufen, jedoch blieb das Befruchtungsergebnis negativ. Interessant mag in diesem Zusammenhang sein, daß die Mehrzahl der erfolgreich besamten Tiere zu denen gehörte, deren Sterilität mit einem Calciumspiegel einherging, der sich statistisch von den normalen Tieren gut gesichert unterschied.

## Zusammenfassung

1. In einem süddeutschen Weidegebiet wurden 307 weibliche Rinder untersucht, von denen ein Teil an verschiedenen Formen der Sterilität litt und die alle weitgehend einheitlich gefüttert und gehalten waren. Der Serumcalciumspiegel bestimmt nach CLARK und COLLIP (8) wurde in Vergleich gesetzt mit physiologischen und pathologischen Zuständen.

2. Die Serumcalcium-Konzentration der 307 untersuchten Tiere betrug im Durchschnitt 9,86 mg% und schwankte zwischen 8,16 und 11,66 mg%. Hiervon zeigten die 100 gesunden Rinder 10,05 mg% Calcium im Serum mit einer Schwankungsbreite von 8,59-11,66 mg%.

3. Es konnte zwischen Färsen mit einem durchschnittlichen Calciumgehalt im Serum von 9,91 mg% und bei Rindern mit einer Milchleistung von 1-10 kg pro Tag und einem durchschnittlichen Calciumgehalt im Serum von 10,14 mg% eine statistisch gesicherte Differenz gefunden werden.

4. Gegenüber gesunden Tieren zeigten sterile Rinder eine verringerte Calciumkonzentration im Blut, eine Differenz, die statistisch gut zu sichern war. Hierbei bestanden Unterschiede zwischen den einzelnen Formen der Sterilität:

   a) Eine statistisch sehr gut gesicherte Differenz gegenüber den Kontrolltieren besteht bei Sterilität mit ovarieller Hypoplasie der Ovarien.
   b) Auch bei den sterilen Tieren mit auffallend verlängertem Oestrus ist der Serumcalciumspiegel deutlich erniedrigt. Dieses Ergebnis ist ebenfalls gegenüber gesunden Rindern statistisch sehr gut gesichert.
   c) Bei der Sterilitätsform Ovarialzysten wurde gegenüber den Kontrolltieren ebenfalls ein erniedrigter Blutcalciumspiegel ermittelt, der allerdings statistisch nur einfach zu sichern war.
   d) Die überwiegend mit Endometritis einhergehende Sterilitätsform zeigte in der Serumkonzentration keine Differenz gegenüber gesunden Tieren.
   e) Ebenso waren bei der Sterilitas sine materia keine charakteristischen Unterschiede im Serumcalciumspiegel festzustellen.

5. 97 sterile Tiere und zwar vorwiegend solche mit niedrigen Serumcalciumwerten wurden mit A T 10 (einmalige Gabe von 5,0 ccm s.c.) behandelt. 68 von 97 Tieren wurden ohne weitere sonstige Maßnahmen allein durch die Injektion mit A T 10 geheilt. Der Erfolg war bei jenen Tieren deutlicher, die vor der Behandlung einen erniedrigten Serumcalciumspiegel aufwiesen.

## Literaturverzeichnis


1. Abderhalden, E.: Zeitschr. f. physiol. Chemie, 23, 521, 1897 und 24, 65, 1899.
2. Anderson, J.: zit. nach Berndt, E. u. Bethmann, H., J. of Dairy Sci. Nr. 13, 1930.
3. Bartelheimer, H.: Klinik, Diagnostik und Therapie der calcipenischen Osteopathien des Erwachsenenalters in: Calcium-Stoffwechselstörungen bei Mensch und Tieren. Berlin 1959, S. 37.
4. Berndt, E. und Bethmann, H.: Einfluß der verschiedenartigen Zufuhr von Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen in der Nahrung auf den Mineralstoffspiegel derselben Elemente im Rinderblut bei Stallhaltung und Weidegang. Biedermanns Zbl.: Tierernährung, 6, 292, 1934.
5. Blatherwiek, N. R.: zit. nach Berndt, E. und Bethmann, H., J. Biol. Chem., 517, 1929.
6. Borissenko, E.: Kalium und Calcium des Blutes und der Milch beim Rindvieh. Z. f. Tierz., 26, 272, 1933.
7. Boyd, W. L.: Bovine Sterility. J. of Am. Vet. Med. Assoc. 1933, S. 791
8. Clark, E. P. und Collip, I. B.: J. Biol. Chem., 63, 461, 1925.
9. Christmann, R.: Vet. Diss. Hannover 1924.
10. Demole und Christ: Arch. Exp. Path. u. Pharm., 146, 361, 1929.
11. Demmler, M.: Vet. Diss. Bern 1934.
12. Eger, W.: Epithelkörperchen und Calciumstoffwechsel in: Calciumstoffwechselstörungen bei Mensch und Tieren. Berlin 1959, S. 12.
13. Emmerson, H.: zit. nach Demmler.
14. Fancony, G.: Handbuch der Inneren Medizin, 4. Aufl., Bd. VII, Teil I, 1957, Berlin-Göttingen-Heidelberg.
15. Frei, W. und Demmel, M.: Schweizer Archiv f. Tierheilkunde, 10, 1932
16. Gamble, S. L.: zit. nach wiss. Tabellen pharm. Spezialpräparate J. R. Geigy AG., Basel. Chemical Anatomy, Physiology and Pathology of Extracellular Fluid, Cambridge, Mass. 1949.
17. Gräfe, P.: Vet. Diss. Leipzig 1931
18. Greaves, S. E., Maynard, E. J., Reeder, W.: Influence of Ca P intake on bovine blood. Utha, Agr. Exp. Stat. J. of Agr. Res., 48, 1033-1041, 1934.
19. Grimm: Vet. Diss. Zit. nach Roth, W. D.

20. Götze, R.: Ovarielle Störungen der Fruchtbarkeit beim Rind. Deutsche Tierärztl. Wochenschrift, 19, 1940.

21. Handlexikon der tierärztlichen Praxis: Med. Book Comp. Kopenhagen, Bd. 2, 804, 1959.

22. Hart, E. D.: zit. nach Berndt, E. u. Bethmann, H. J. Biol. Chem., 82, 1922.

23. Hengge, H.: Vet. Diss. München 1952.

24. Hippmann, W.: Vet. Diss. Hannover 1931.

25. Holtz, F.: Wann muß der Calciumspiegel bestimmt werden? Klin. Wochenschr., 3, 104, 1934.

26. Hütten, H. und Uhlenbruch, K.: Untersuchungen über den Calcium- u. Phosphorspiegel im Rinderblutserum während der Rübenblattfütterung und bei Zufütterung von BASEX-BENGEN. D. Tierärztl. Wochenschr., 59, 5, 1952.

27. Huffmann, C. F.: zit. nach Berndt, E. u. Bethmann, H., J. Biol. Chem., 67, 245, 1926.

28. Husband, A. D., Godden, W., Richards, N. B.: Biochem. Journ., 17, 707, 1923.

29. Ivany und Rodecourt: Zentralbl. f. Gynäkologie, 50, 731-742, 1926

30. Jeannert, P., Rosenmund, H., Essellier, A. F.: zit. nach wiss. Tabellen pharm. Spezialpräparate J. R. Geigy AG., Basel, Helv. Med. Acta, 21, 191, 1954.

31. Jesserer: zit. nach Parade, G. W., Erg. I. Med. Bd. 7, 1959.

32. Koch, W.: Die Endokrinologie in der Veterinärmedizin und Tierzucht. Berliner u. Münchner Tierärztl. Wchschr., 6, 93, 1955.

33. Koch, W.: Konstitution und Resistenz in ihrer Bedeutung für die tierische Produktion. De Zootechnia, 8, (42), 1959.

34. Koch, W.: Störungen des Kalkstoffwechsels als Krankheitsursache bei Tieren. Fortpflanzung, Zuchthygiene und Haustierbesamung, 4, H. 1, 1954.

35. Koch, W. und Lebling, K.: Der Einfluß von A T 10 bei Hund und Katze. Berl. u. Münchn. Tierärztl. Wchschr., 65, H. 4, 1952.

36. Küst, D. und Schaetz, F. R.: Fortpflanzungsstörungen der Haustiere, Enke-Verlag, Stuttgart, S. 63, 1949.

37. Lagerlöf, Nils: The Use of Hormons and Vitamin Products with special reference to Veterinary Gynaecology.

Ormoni e Vitamine in Zootechnia ed in Medicina Veterinaria.
Soc. It. Progresso Zootechnia Lodi-Milano, 1951.

38. Mangold, E.: Forschung und Fortschritt, 46, 24, 1949.

39. Martin, E.: Calcium Sandoz 1952.

40. Normann G. F. und Mittler, A.: Proc. of the Society for exper. Biology and Medicine, 67, 104-111, S. 803.

41. Ott: D. Tierärztl. Wchschr., 725, 1929.

42. Parade, G. W.: Klinik und Gegenwart, 6, 303, 1958.

43. Peters, J. P.: zit. nach wiss. Tabellen pharm. Spezialpräparate. J. R. Geigy AG., Basel.
Deceases of Metabolism, Philadelphia 1953.

44. Prader, A.: Calciumstoffwechsel und Wachstum in: Calciumstoffwechselstörungen bei Mensch und Tieren. Berlin 1959, S. 23.

45. Renk, W.: Knochenveränderungen bei Mineralstoffwechselstörungen der Tiere in: Calciumstoffwechsel bei Mensch und Tieren, Berlin 1959, S. 61.

46. Richter, J.: Sterilität des Rindes, 5. Aufl., Berlin 1944, S. 139-145.

47. Robinson, C. S.: zit. nach Berndt, E. u. Bethmann, H., J. of Biol. Chem., 67, 245, 1926.

48. Roth, W. D.: Vet. Diss. Berlin 1956.

49. Schaetz, F.: Monatsheft für Tierheilkunde, 321/1950.

50. Sjollema, E.: Biochem. Ztschr., 200, 200, 1928.

51. Stockklausner, F.: D. Tierärztl. Wchschr., 721, 1929.

52. Straub, J.: Vet. Diss. München 1952.

53. Strauch, D.: Vet. Diss. Gießen 1953.

54. Stuhlenmiller, S.: Vet. Diss. München 1954.

55. Widdows, S. T.: Biochem. Journ., 27, 34, 1923.

56. Wilcoxon, F.: Acad. of Sci., 52, Art. 6, 784-942, New York 1950.

57. Wiss. Tabellen 1955 pharm. Spezialpräparate J. E. Geigy AG, Basel.

58. Zorn, W., Krüger, L., Lachmann, F.: Z. f. Tierzucht, 49, 119-179, 1941.

# ANHANG

Tabelle V

Calciumgehalt der 100 gesunden zur Kontrolle untersuchten Rinder im Serum (Angabe in mg%).

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8.59 | 9.59 | 10.06 | 10.53 |
| 8.62 | 9.63 | 10.06 | 10.54 |
| 8.72 | 9.66 | 10.07 | 10.58 |
| 8.74 | 9.69 | 10.07 | 10.64 |
| 8.84 | 9.69 | 10.09 | 10.66 |
| 8.96 | 9.73 | 10.09 | 10.67 |
| 9.01 | 9.75 | 10.10 | 10.67 |
| 9.04 | 9.76 | 10.11 | 10.72 |
| 9.17 | 9.76 | 10.13 | 10.73 |
| 9.19 | 9.78 | 10.13 | 10.75 |
| 9.23 | 9.82 | 10.15 | 10.78 |
| 9.26 | 9.85 | 10.15 | 10.78 |
| 9.28 | 9.86 | 10.18 | 10.86 |
| 9.33 | 9.87 | 10.19 | 10.94 |
| 9.34 | 9.87 | 10.22 | 10.94 |
| 9.35 | 9.88 | 10.26 | 10.98 |
| 9.37 | 9.90 | 10.26 | 11.05 |
| 9.39 | 9.93 | 10.27 | 11.09 |
| 9.45 | 9.96 | 10.29 | 11.24 |
| 9.45 | 9.97 | 10.33 | 11.29 |
| 9.45 | 9.98 | 10.34 | 11.33 |
| 9.46 | 10.01 | 10.36 | 11.43 |
| 9.51 | 10.02 | 10.36 | 11.47 |
| 9.54 | 10.03 | 10.46 | 11.58 |
| 9.56 | 10.04 | 10.48 | 11.66 |

Tabelle VI

Calciumgehalte der 207 untersuchten mit Sterilität behafteten Rinder im Serum (Angabe in mg%).

| A. Sekundärer Infantilismus 84 Tiere | | | B. Verlängerter Oestrus 47 Tiere | | C. Ovarialcysten 25 Tiere | D. Endometritis 26 Tiere | E. Sterilitas sine materia 97 Tiere | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8,30 | 9,20 | 9,72 | 8,30 | 9,53 | 8,84 | 9,26 | 8,59 | 9,74 | 10,04 | 10,44 |
| 8,48 | 9,20 | 9,73 | 8,48 | 9,53 | 9,00 | 9,40 | 8,64 | 9,75 | 10,04 | 10,50 |
| 8,65 | 9,24 | 9,75 | 8,64 | 9,54 | 9,04 | 9,47 | 8,68 | 9,75 | 10,05 | 10,50 |
| 8,67 | 9,25 | 9,75 | 8,65 | 9,54 | 9,13 | 9,74 | 8,75 | 9,79 | 10,06 | 10,51 |
| 8,78 | 9,26 | 9,75 | 8,78 | 9,56 | 9,13 | 9,83 | 8,78 | 9,80 | 10,11 | 10,51 |
| 8,78 | 9,26 | 9,76 | 8,79 | 9,56 | 9,24 | 9,83 | 8,91 | 9,82 | 10,11 | 10,52 |
| 8,78 | 9,30 | 9,78 | 8,87 | 9,59 | 9,33 | 9,85 | 8,98 | 9,82 | 10,11 | 10,52 |
| 8,78 | 9,33 | 9,80 | 8,94 | 9,59 | 9,40 | 9,93 | 9,07 | 9,82 | 10,11 | 10,57 |
| 8,79 | 9,33 | 9,82 | 8,98 | 9,69 | 9,40 | 10,02 | 9,08 | 9,83 | 10,11 | 10,62 |
| 8,84 | 9,36 | 9,88 | 9,00 | 9,75 | 9,43 | 10,03 | 9,17 | 9,83 | 10,12 | 10,66 |
| 8,87 | 9,40 | 9,92 | 9,04 | 9,75 | 9,53 | 10,21 | 9,26 | 9,83 | 10,21 | 10,76 |
| 8,89 | 9,44 | 9,93 | 9,07 | 9,76 | 9,53 | 10,25 | 9,35 | 9,85 | 10,21 | 10,78 |
| 8,94 | 9,46 | 9,96 | 9,07 | 9,80 | 9,70 | 10,31 | 9,37 | 9,87 | 10,24 | 10,84 |
| 8,98 | 9,47 | 9,97 | 9,08 | 10,01 | 9,73 | 10,35 | 9,40 | 9,89 | 10,26 | 10,90 |
| 9,00 | 9,48 | 9,99 | 9,13 | 10,02 | 9,76 | 10,38 | 9,43 | 9,89 | 10,30 | 10,98 |
| 9,00 | 9,49 | 10,01 | 9,30 | 10,05 | 9,79 | 10,41 | 9,44 | 9,91 | 10,31 | 11,07 |
| 9,01 | 9,50 | 10,05 | 9,33 | 10,06 | 10,02 | 10,42 | 9,47 | 9,97 | 10,31 | 11,15 |
| 9,04 | 9,53 | 10,11 | 9,33 | 10,24 | 10,04 | 10,44 | 9,47 | 9,98 | 10,35 | 11,18 |
| 9,07 | 9,53 | 10,21 | 9,36 | 10,38 | 10,11 | 10,51 | 9,56 | 9,99 | 10,37 | 11,19 |
| 9,07 | 9,54 | 10,25 | 9,44 | 10,50 | 10,12 | 10,52 | 9,56 | 10,01 | 10,38 | 11,22 |
| 9,08 | 9,54 | 10,42 | 9,46 | 10,51 | 10,16 | 10,57 | 9,60 | 10,02 | 10,41 | 11,24 |
| 9,08 | 9,54 | 10,48 | 9,47 | 10,76 | 10,32 | 10,69 | 9,64 | 10,02 | 10,41 | 11,24 |
| 9,11 | 9,56 | 10,51 | 9,48 | 10,78 | 10,56 | 10,76 | 9,70 | 10,02 | 10,41 | 11,28 |
| 9,13 | 9,56 | 10,69 | | 11,38 | 10,69 | 10,78 | 9,72 | 10,03 | 10,42 | 11,32 |
| 9,16 | 9,59 | 11,08 | | | 10,86 | 11,08 | | | | 11,48 |
| 9,17 | 9,59 | 11,32 | | | | 11,32 | | | | |
| 9,17 | 9,66 | 11,33 | | | | | | | | |
| 9,20 | 9,69 | 11,38 | | | | | | | | |

Tabelle VII

Calciumgehalte von Färsen und Milchrindern verschiedener Leistung im Serum (Angaben in mg%).

| Färsen | | Rinder mit 1-10 kg Milchleistung | |
|---|---|---|---|
| 8.16 | 9.96 | 8.84 | 10.11 |
| 8.59 | 9.98 | 8.87 | 10.11 |
| 8.64 | 9.99 | 9.01 | 10.11 |
| 8.78 | 10.01 | 9.01 | 10.12 |
| 8.84 | 10.01 | 9.13 | 10.12 |
| 8.89 | 10.05 | 9.13 | 10.13 |
| 9.00 | 10.05 | 9.16 | 10.16 |
| 9.04 | 10.06 | 9.23 | 10.21 |
| 9.07 | 10.06 | 9.30 | 10.21 |
| 9.08 | 10.13 | 9.34 | 10.25 |
| 9.08 | 10.18 | 9.40 | 10.26 |
| 9.26 | 10.19 | 9.45 | 10.30 |
| 9.33 | 10.24 | 9.47 | 10.31 |
| 9.33 | 10.26 | 9.53 | 10.32 |
| 9.37 | 10.31 | 9.53 | 10.33 |
| 9.49 | 10.50 | 9.54 | 10.34 |
| 9.53 | 10.51 | 9.54 | 10.35 |
| 9.53 | 10.51 | 9.56 | 10.37 |
| 9.56 | 10.84 | 9.59 | 10.38 |
| 9.66 | 10.90 | 9.59 | 10.41 |
| 9.69 | 10.98 | 9.69 | 10.42 |
| 9.73 | 11.18 | 9.72 | 10.48 |
| 9.75 | 11.19 | 9.73 | 10.48 |
| 9.75 | 11.22 | 9.75 | 10.50 |
| 9.75 | 11.28 | 9.76 | 10.52 |
| 9.78 | 11.32 | 9.79 | 10.56 |
| 9.86 | 11.33 | 9.80 | 10.57 |
| | 11.38 | 9.82 | 10.58 |
| | | 9.82 | 10.62 |
| | | 9.83 | 10.66 |
| | | 9.83 | 10.67 |
| | | 9.85 | 10.67 |
| | | 9.87 | 10.69 |
| | | 9.87 | 10.72 |
| | | 9.87 | 10.75 |
| | | 9.88 | 10.76 |
| | | 9.88 | 10.78 |
| | | 9.89 | 10.86 |
| | | 9.89 | 10.94 |
| | | 9.91 | 11.05 |
| | | 9.93 | 11.07 |
| | | 10.02 | 11.09 |
| | | 10.02 | 11.15 |
| | | 10.04 | 11.24 |
| | | 10.04 | 11.24 |
| | | 10.06 | 11.32 |
| | | 10.09 | 11.33 |
| | | 10.11 | 11.48 |
| | | 10.11 | 11.58 |
| | | 10.11 | 11.66 |

## Lebenslauf

Am 27. Januar 1930 wurde ich in Apfeldorf am Lech, Ldkr. Schongau Obb. als Sohn des Diplomlandwirtes Adam Schneidawind und seiner Frau Anna, geb. Schwaller, geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule in München trat ich in das Wilhelms-Gymnasium ein und machte dort 1949 das Abitur.

Während der Schulunterbrechung 1945 und später im Anschluß an das Abitur leistete ich eine zweijährige Lehrzeit in der Landwirtschaft ab und bestand 1950 die landwirtschaftliche Gehilfenprüfung in Ebersberg.

Im Wintersemester 1950/51 begann ich mein tierärztliches Studium an der Universität München.

1952 legte ich nach dem 4. Semester das Physikum ab.
1955 bestand ich das tierärztliche Staatsexamen.

Nach einer halbjährigen Praktikantenzeit bei Herrn Dr. Bauer in Haag/Obb. erhielt ich die Bestallung als Tierarzt. Nach 2 ½jähriger Assistenten- und Vertreterzeit übernahm ich zu Beginn des Jahres 1958 die tierärztliche Praxis des inzwischen verstorbenen Dr. Bauer in Haag.

Seit Oktober 1957 bin ich verheiratet und habe zwei Kinder.